

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 07105643 A

(43) Date of publication of application: 21.04.95

(51) Int. Cl

G11B 21/10

G11B 5/596

G11B 5/82

(21) Application number: 05247136

(22) Date of filing: 01.10.93

(71) Applicant: MITSUBISHI CHEM CORP

(72) Inventor: SEO YUZO
MAEDA SHUICHI

(54) MAGNETIC RECORDING MEDIUM AND ITS
RECORDING AND REPRODUCING METHOD,
AND INFORMATION PROCESSOR USING THE
SAME

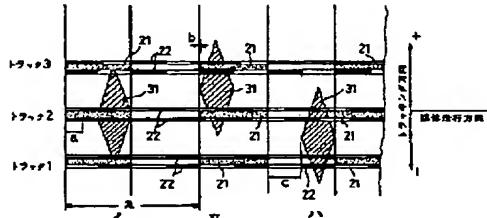
detector is detected as a phase difference to perform
accurate tracking.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

(57) Abstract:

PURPOSE: To obtain an inexpensive writing device by recording a specific servo signal in a pigment containing layer which is suitable for optical signal writing.

CONSTITUTION: Signals 21 and 22 are recorded at nearby different positions on the surface of the medium. The signals which are thus recorded nearby each other are mixed when reproduced, and outputted from a detector. The wavelength of the signal 22 is 1/2 as long as the wavelength of the signal 21 and recorded differently in phase from the signal 21, track by track. The signal that the detector 31 outputs when it is right above a track 2 (1st position) corresponds to the signal on the track. When the detector moves up to 2nd position, the signal of a track 3 is mixed with the detector signal and a short-wavelength component advances in phase. When the detector moves down to a 3rd position, on the other hand, the signal of a track 1 is mixed with the detector signal and the short-wavelength component is delayed in phase. Consequently, the position of the



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-105643

(43)公開日 平成7年(1995)4月21日

(51) Int.Cl. ^b G 11 B 21/10	識別記号 M 8425-5D F 8425-5D 5/596 5/82	序内整理番号 9197-5D 9196-5D	F I	技術表示箇所
---	---	------------------------------	-----	--------

審査請求 未請求 請求項の数3 OL (全13頁)

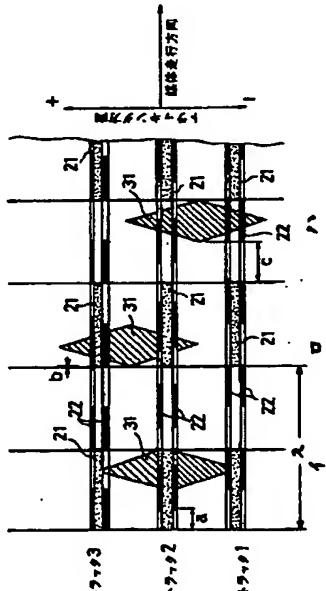
(21)出願番号 特願平5-247136	(71)出願人 000005968 三菱化学株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目5番2号
(22)出願日 平成5年(1993)10月1日	(72)発明者 瀬尾 雄三 神奈川県横浜市緑区鴨志田町1000番地 三菱化成株式会社総合研究所内
	(72)発明者 前田 修一 神奈川県横浜市緑区鴨志田町1000番地 三菱化成株式会社総合研究所内
	(74)代理人 弁理士 長谷川 嘉司

(54)【発明の名称】 磁気記録媒体およびその記録再生方法ならびにそれを用いた情報処理装置

(57)【要約】

【構成】 非磁性支持体上に磁性体を含有する磁性層が設けられており、かつ、光照射により光学的性質が変化する色素を含む層を有する円盤状の磁気記録媒体であって、前記色素を含む層には光照射による該色素の光学的性質の変化に基づく連続的なサーボ信号が同心円的なトラック上に記録されており、該サーボ信号は波長の異なる2種類の信号を重ね合わせた信号を含み、該2種類の信号は、それぞれが一様であり、かつ該2種類の信号の位相差がトラック毎に順次異なっている磁気記録媒体およびその記録再生方法ならびにそれを用いた情報処理装置。

【効果】 製造コストが安く、磁気記録の可能な面積も広く、単一の検出器で正確なトラッキングが可能である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 非磁性支持体上に磁性体を含有する磁性層が設けられており、かつ、光照射により光学的性質が変化する色素を含む層を有する円盤状の磁気記録媒体であって、前記色素を含む層には光照射による該色素の光学的性質の変化に基づく連続的なサーボ信号が同心円的なトラック上に記録されており、該サーボ信号は波長の異なる2種類の信号を重ね合わせた信号を含み、該2種類の信号は、それぞれが一様であり、かつ該2種類の信号の位相差がトラック毎に順次異なっていることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項2】 非磁性支持体上に磁性体を含有する磁性層が設けられた円盤状の磁気記録媒体を使用して磁気的データの記録再生を行う方法において、該磁気記録媒体として非磁性支持体上に磁性体を含有する磁性層が設けられており、かつ、光照射により光学的性質が変化する色素を含む層を有する円盤状の磁気記録媒体であって、前記色素を含む層には光照射による該色素の光学的性質の変化に基づく連続的なサーボ信号が同心円的なトラック上に記録されており、該サーボ信号は波長の異なる2種類の信号を重ね合わせた信号を含み、該2種類の信号は、それが一様であり、かつ該2種類の信号の位相差がトラック毎に順次異なっている磁気記録媒体を使用し、色素を含む層から光学的手段によって検出されたサーボ信号を用いて磁気ヘッドのトラッキングを行いつつ、磁気的データの記録再生を行うことを特徴とする磁気記録媒体の記録再生方法。

【請求項3】 磁気記録媒体から光学的手段によって検出されたサーボ信号を用いて磁気ヘッドのトラッキングを行いつつ、磁気的データの記録再生を行う情報処理装置において、非磁性支持体上に磁性体を含有する磁性層が設けられており、かつ、光照射により光学的性質が変化する色素を含む層を有する円盤状の磁気記録媒体であって、前記色素を含む層には光照射による該色素の光学的性質の変化に基づく連続的なサーボ信号が同心円的なトラック上に記録されており、該サーボ信号は波長の異なる2種類の信号を重ね合わせた信号を含み、該2種類の信号は、それが一様であり、かつ該2種類の信号の位相差がトラック毎に順次異なっている磁気記録媒体から前記サーボ信号を読み取る手段と、該磁気記録媒体から読み取られたサーボ信号を前記二つの波長に対応する周波数成分に分離する手段と、前記二つの周波数成分の位相差から位置信号を出力する手段と、を備えたことを特徴とする情報処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、光学的手段によりトラッキングを行なう際に好適な磁気記録媒体およびその記*

$$\cos(2\pi T/P) \sin(2\pi R/P) - \sin(2\pi T/P) \cos(2\pi R/P) \quad (1)$$

$$= \sin((2\pi R/P) - (2\pi T/P)) \quad (2)$$

* 錄再生方法ならびにそれを用いる情報処理装置に係わる。

【0002】

【従来の技術】 コンピュータやワードプロセッサ等の情報記録用に、フロッピーディスク装置が大量に使用されている。通常のフロッピーディスク装置は、ヘッドの位置決めを、ステップモータを用いたオープンループ制御（フィードバックなしの制御）によって行なうため、位置決め精度が悪く、トラック密度を上げることができないという問題点があった。

【0003】 近年、磁気記録媒体に溝を設け、ヘッドと一緒に設けられた光学的センサーで溝位置を読みとることによりヘッドの位置を計測することが提案されている。この方法によれば、クローズドループ制御（フィードバック制御）によってヘッドの位置決めを行なうため、位置決め精度が向上し、従来の装置に比べて一桁高いトラック密度が実現できる。

【0004】 この原理を応用したフロッピーディスクの一例を図11～12に示す。19はフロッピーディスク20であり、図12は図11の磁気記録媒体4の部分の拡大図である。図14は光学式トラックサーボ機構のサーボ信号読取系を示す媒体面と垂直な断面図である。磁気記録媒体4の表面上に、トラックピッチに従って多数のピット5を設けてある。ヘッド6の中央に設けられた穴7を通して、発光素子8からの光を磁気記録媒体4の表面に投射する。この反射光を光学系9を通して受光素子10により読み取り、トラッキングを行なっている。

【0005】 これに用いられる光学検出器及びトラッキングエラー検出回路をそれぞれ図13及び15に示す。30なお、以下において、Pはトラックピッチである。受光素子10は正方格子状に配列された4個の単位素子からなり、上記反射光を受けて4個の信号A～Dを出力する。ヘッドがトラック位置（半径R）にある時、差動増幅器11にて信号Aから信号Bを差し引くことにより、 $\cos(2\pi R/P)$ に比例する信号を得る。また、差動増幅器12にて信号Cから信号Dを差し引くことにより、 $\sin(2\pi R/P)$ に比例する信号を得る。一方、目標値Tの二進符号をsin表及びcos表を書き込んだROM13、14のアドレス端子に与えることにより、 $\sin(2\pi T/P)$ と $\cos(2\pi T/P)$ を表す二進符号を作る。この二進符号を乗算型DA変換器15、16によりアナログ信号に直すと同時に、次式の如く、光学検出器から得られる上記信号 $\sin(2\pi R/P)$ 、 $\cos(2\pi R/P)$ との乗算を行ない、次いで差動増幅器17で差をとることにより、次式に示す演算により誤差信号が得られる。

【0006】

【数1】

$$\approx 2\pi (R-T) / P$$

これをトラッキング装置にフィードバックすることにより、誤差が0に近い、精度の高いトラッキングが行なわれる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】このようなトラッキングサーボ装置は、検出装置が二組必要であり、装置の形状が大きく、製造に要する費用も大であるという問題があった。また、使用する磁気記録媒体は、予め表面に溝(ピット)を形成する必要がある。溝を形成する方法として、溝部を凸に形成した金型を媒体に押し当てて金型形状を媒体に転写する方法(スタンピング加工)と、レーザー光線を照射し、次清掃の一部を分解除去する方法(レーザー加工)が知られているしかしながら、これらの方法は、いずれも加工装置が高価であり、加工時にダストが発生するためクリーニング工程が必要であり、製造コストが高いという問題があった。また、完成した媒体の表面に溝があり、この部分は磁気記録には適さないため、記録容量が低下するという問題があった。更に、溝の有無による光学的性質の差は小さく、検出感度が低く、ノイズの影響を受けやすいという問題があった。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の磁気記録媒体は、非磁性支持体上に磁性体を含有する磁性層が設けられており、かつ、光照射により光学的性質が変化する色素を含む層を有する円盤状の磁気記録媒体であって、前記色素を含む層には光照射による該色素の光学的性質の変化に基づく連続的なサーボ信号が同心円的なトラック上に記録されており、該サーボ信号は波長の異なる2種類の信号を重ね合わせた信号を含み、該2種類の信号は、それぞれが一様であり、かつ該2種類の信号の位相差がトラック毎に順次異なっていることを特徴とするものである。

【0009】本発明の磁気記録媒体の記録再生方法は、非磁性支持体上に磁性体を含有する磁性層が設けられた円盤状の磁気記録媒体を使用して磁気的データの記録再生を行う方法において、該磁気記録媒体として非磁性支持体上に磁性体を含有する磁性層が設けられており、かつ、光照射により光学的性質が変化する色素を含む層を有する円盤状の磁気記録媒体であって、前記色素を含む層には光照射による該色素の光学的性質の変化に基づく連続的なサーボ信号が同心円的なトラック上に記録されており、該サーボ信号は波長の異なる2種類の信号を重ね合わせた信号を含み、該2種類の信号は、それぞれが一様であり、かつ該2種類の信号の位相差がトラック毎に順次異なっている磁気記録媒体を使用し、色素を含む層から光学的手段によって検出されたサーボ信号を用いて磁気ヘッドのトラッキングを行いつつ、磁気的データの記録再生を行うことを特徴とするものである。

【0010】本発明の情報処理装置は、磁気記録媒体か

(3)

ら光学的手段によって検出されたサーボ信号を用いて磁気ヘッドのトラッキングを行いつつ、磁気的データの記録再生を行う情報処理装置において、非磁性支持体上に磁性体を含有する磁性層が設けられており、かつ、光照射により光学的性質が変化する色素を含む層を有する円盤状の磁気記録媒体であって、前記色素を含む層には光照射による該色素の光学的性質の変化に基づく連続的なサーボ信号が同心円的なトラック上に記録されており、

10 該サーボ信号は波長の異なる2種類の信号を重ね合わせた信号を含み、該2種類の信号は、それぞれが一様であり、かつ該2種類の信号の位相差がトラック毎に順次異なっている磁気記録媒体から前記サーボ信号を読み取る手段と、該磁気記録媒体から読み取られたサーボ信号を前記二つの波長に対応する周波数成分に分離する手段と、前記二つの周波数成分の位相差から位置信号を出力する手段と、を備えたことを特徴とするものである。

【0011】本発明は、サーボ信号として二種類の周波数成分を含む信号を用いることを特徴とする。検出器によって読み取られたサーボ信号は、周波数分離手段により各周波数成分に分離され、これらからトラッキングエラーを検出するための誤差信号が得られ、正確なトラッキングが可能になる。上記各周波数成分は、各トラック間で互いに順次異なる位相サーボ信号を持つように記録されている。この場合、この位相サーボ信号を計測することによって現在のヘッド位置を検出し、この値が所定の値となるようにヘッド位置を制御することができる。

【0012】上記サーボ信号は、磁気記録媒体に局部的に光反射率、光透過率等の光学的性質が異なる部分を設けることにより記録され、光学的手段によって検出される。以下に、磁気記録媒体に記録される本発明のサーボ信号について具体的に説明する。本発明におけるサーボ信号は、一つのサーボトラック上に記録してもよいし、周波数の異なる二種類の信号を空間的に異なる近接した位置にそれぞれ記録してもよい。後者の場合は、単一の検出器を用いて該二つの信号を同時に検出することにより、二種類の周波数成分を重ね合わせた信号を得ることができる。

【0013】図1は、本発明に係る磁気記録媒体の一例を示すもので、波長が長い信号21と波長が短い信号22を検出器31によって読み込む様子を示したものである。このような媒体は、例えば、フロッピーディスク等の磁気記録媒体の表面の特定位置に光照射を行なって光学的性質が異なる部分を形成することによって製造することができる。

【0014】図1に示した例では、信号21と信号22を媒体の面上の近接した異なる位置に記録している。このように近接して記録された信号は、再生時に混合し、両者を足し合わせた信号が検出器から出力される。信号22の波長は信号21の波長(λ)の1/2としてあ

り、位相は信号 21 に対してトラック毎に順次異なるように記録されている。図 1 では、信号 21 と信号 22 の位相差は、トラック 3 においては b に示されるように 0、トラック 2 においては a に示されるように $\lambda/8$ 、トラック 1 においては c に示されるように $\lambda/4$ と、順次異なるように記録されている。無論、トラック間で順次設ける位相差は適宜選択すればよく、またトラック間で信号 21 同士及び信号 22 同士の両方に位相差を設けてもよい。

【0015】イは検出器 31 がトラック 2 の直上にある場合を示す。この場合に検出器 31 の出力する信号 d は、トラック 2 の信号に対応する。検出器が上方に移動して口に示す位置に来ると、検出器信号 d にトラック 3 の信号が混入し、短波長成分の位相が進む。逆に、検出器 31 が下方に移動してハに示す位置に来ると、検出器信号 d にトラック 1 の信号が混入し、短波長成分の位相が遅れる。これにより、検出器の位置が位相差として検出される。このように、短波長成分の位相差を検出できるところから、この検出される位相差が所定の範囲内に納まるようにヘッドを移動することにより、正確なトラッキングが行なわれる。

【0016】ただし、このように周波数の異なる二種類の信号を空間的に異なる近接した位置にそれぞれ記録する場合は、1 トラックのサーボ信号を書き込むために複数の走査が必要となるが、二種類の周波数成分を含む信号を1つのサーボトラック上に記録する場合は、1 トラックのサーボ信号の書き込みを一回の走査で行なうことができる。

【0017】二種類の周波数成分を含む信号を1つのサーボトラック上に記録する方法としては、例えば、該二種類の信号に対応する三角関数を加算し、この大きさをサーボトラックの幅に対応させてアナログ的に記録する、あるいは PWM (パルス幅変調) により二値信号に変換して記録する方法、又は、サーボトラックを周方向に微細な区画に分割し、各周波数成分を対応する異なる記録区画に順次記録する方法等が挙げられる。

【0018】図 2 は、サーボトラックの幅を変化させることによりサーボ信号を記録した本発明の磁気記録媒体の一例を一部拡大して示す模式図である。磁気記録媒体の周方向に沿ってサーボトラック 0、1 が設けられている。図 2 中、幅の広い斜線部で示す部分はトラックにおける記録状態を示す部分であり、その部分は他の部分とは、光反射率、光透過率等の光学的性質が異なっている。図示していないが、それ以外のサーボトラックも同様に設けられている。サーボトラックの幅は信号 20 の強度に対応しており (バイアスをかけてあり、定数部分がある)、該信号 20 は複数の周波数成分、即ち、波長の長い信号 21 と波長の短い信号 22 との合成信号である。なお、図 2 で、信号 21 及び 22 は説明のためにのみ記したものであり、実際にはそれぞれの合成信号 20

のみが記録されている。

【0019】図 3 は、PWM 変調して得られたサーボ信号を記録した本発明の磁気記録媒体の一例を一部拡大して示す模式図である。図 3 中、黒部で示す部分は、トラックにおける記録状態を示す部分であり、その周方向の幅は PWM 変調して得られた信号のパルス幅に対応している。また、記録状態を示す部分は他の部分とは光反射率、光透過率等の光学的性質が異なっている。

【0020】図 4 は、磁気記録媒体上のサーボトラック 10 及びサーボトラック 1 に、2 つの異なる周波数をもつ信号が記録されることを示す概念図である。信号 20 はその周波数成分として波長の長い信号 21 と波長の短い信号 22 を有している。なお、図 4 で信号 21 及び 22 は説明のためにのみ記したものであり、実際にはそれぞれの合成信号である信号 20 のみが、図 3 に示すように PWM 変調されて記録されている。

【0021】図 2 及び図 4 において、信号 21 及び 22 は各トラックで各々共通した波長 λ 、 $\lambda/2$ を有しているが、これらの波長には特に制限はなく、要求される応

20 答特性等に応じて適宜決定すればよい。また、信号 21 及び 22 の間ではトラック毎に順次異なる位相差を設けている。即ち、図 2 において、信号 21 はトラック 0 とトラック 1 で位相が等しく、信号 22 はトラック 0 とトラック 1 で δ だけ位相が異なっている。このように、全てのトラックで信号 21 の位相を等しくし、信号 22 の位相を順次 δ ずつずらすことによって、各トラック毎に信号 21 及び 22 の間の位相差が順次 δ ずつ異なることとなる。無論、 δ の値に特に制限はなく、適宜選択すればよい。またトラック間で信号 21 同士及び信号 22 同士の両方に位相差を設けてもよい。

【0022】図 5 は、複数の周波数成分の各々をそのサーボトラック上の周方向に区分された区画に記録して得られた本発明の磁気記録媒体の一例を一部拡大して示す模式図である。図 5 では、周方向に設けられたサーボトラック 0～3 に記録された 2 種の周波数成分、すなわち波長が長い信号 21 と波長が短い信号 22 を有する光学的信号を検出部 31 から読み取る様子を示している。

【0023】図 5 に示した例では、サーボトラックを周方向に微細な区間に分割し、2 種の周波数成分、信号 2 40 1 と信号 2 2 とを記録すべき部分を交互に設けている。図 5 において、上部に示す①は波長の長い信号 21 が記録されるべき区画、②は波長の短い信号 22 が記録されるべき区画を示す。①と②はサーボトラックを周方向に区分し、交互に設けられている。トラック 1 において、信号 21 の記録されるべき位置①は周方向の位置 0 から連続して 8 区画は記録状態 (図中黒部で示す) であり、次の 8 区画はブランク (図中空白で示す) である。この記録パターンを順次くり返すことによって図中 16 で示す波長の信号を得る。信号 22 の記録されるべき位置②はトラック 1 では距離 0 から連続して 4 区画ブランクであ

り、次いで4区画連続して記録状態、続いて同様に4区画ブランク、4区画記録状態であり、この記録パターンを順次くり返すことによって波長 $\lambda/2$ の信号を得る。

【0024】信号21及び22は各トラックで各々共通した波長 λ 、 $\lambda/2$ を有しているが、これらの波長に特に制限はなく、要求される応答特性等に応じて適宜選択すればよい。また、信号21と22の間ではトラック毎に順次異なる位相差を設けている。即ち、図5では、信号21はトラック0～3で全て位相を等しくし、また、信号22はトラック0～3で順次位相を $\lambda/8$ ずつ変えることによって、信号21と信号22との間の位相差がトラック毎に順次 $\lambda/8$ ずつ異なるようにしてある。無論、トラック間で順次設ける位相差の差は $\lambda/8$ に限られるものではなく、適宜選択すればよい。また、トラック間で信号21同士及び信号22同士の両方に位相差を設けてもよい。

【0025】また、サーボトラック上の周方向に区分された区画の幅は各周波数成分の波長よりも十分に小さければよく、区画の幅を検出器の検出領域に対して充分小さくすることにより、それぞれの周波数成分を合成した信号が検出装置から出力される。図1～図5に示された磁気記録媒体は、例えば、次のようにしてトラッキングが行なわれる。図示していない検出器は、図示していない磁気ヘッドと一体化して設けられており、図示していない光源からの光線の照射によって検出領域31からの反射光又は透過光を検出する。反射光と透過光のどちらを検出するかは、反射率と透過率のどちらの光学的性質の違いに基づいて媒体のサーボトラックを記録したかによって決められる。サーボトラック中の記録状態の部分と無記録状態の部分とでは光学的性質が異なるため、磁気記録媒体の回転によって検出器の受光量は周期的に変化し、検出器から交流信号が出力される。

【0026】ここで、PWM変調したサーボ信号を記録した本発明の磁気記録媒体の場合、検出領域31はPWM変調周期に比べ充分に大きいため、この部分の記録信号を平均化して出力する結果、充分高い周波数でPWM変調された光学記録をアナログ的に変化する信号として検出する。従って、検出器から出力される交流信号はほぼ信号20と同様の信号となる。検出部が小さい場合には、PWM変調周波数の信号が、検出器出力信号に含まれるが、この場合、電子的フィルター等を用いてこれを除去することができる。

【0027】検出された交流信号は、信号21と信号22という2つの周波数成分をもっているため、バンドパスフィルター等の周波数分離手段を用いればこれらを分離することができる。前述したように、信号21と信号22との位相差はトラック間で δ ずつ順次異なっているため、分離した各周波数成分の位相差を位相差検出器等により計測すれば現在の磁気ヘッドの位置を検出することができる。即ち、磁気ヘッドがトラックの中心に対し

誤差をもつと、その誤差に応じた比率で隣接したトラックのサーボ信号が混入するが、この時信号21と22の間の位相差は隣接トラック間で δ だけ異なっているため、検出される位相差は上記誤差に応じた中間的な値となる。従って、この位相差が所定の値となるように磁気ヘッドの位置を制御することにより、正確なトラッキングが可能になる。

【0028】トラッキングを行なうためのサーボ装置としては、種々の公知の装置を用いることができる。一般に、PLL(フェーズロックループ)として知られているサーボ回路は位相差を信号源とするサーボ回路に他ならず、前記2つの信号をそれぞれ遅倍回路により、短波長成分を4遅倍、長波長成分を8遅倍して得られる信号の位相が一致するようにヘッド位置をPLL制御することにより、正確なトラッキングを行なうことができる。また、デジタルシグナルプロセッサを用いてサーボ装置を構成する際は、前記2つの信号の立ち上がり時刻をデジタルシグナルプロセッサに読み込み、これらの差を演算することにより簡便にトラッキングエラーを求めることができる。

【0029】本発明においては、磁気記録媒体に局部的に光反射率、光透過率等の光学的性質の異なる部分を設けることにより、上記サーボ信号を記録する。本発明の磁気記録媒体は、非磁性支持体上に磁性体を含有する磁性層を有するものであって、光照射により光学的性質が変化するものであり、具体的には、光照射により光学的性質が変化する色素を含有する層(色素含有層)を有することを特徴とする。

【0030】上記の光学的性質の変化としては、例えば、光透過率の増大、光透過率の減少、反射率の増大、反射率の減少等が挙げられる。例えば、光照射によって光透過率が増大する色素を用いる場合には、光透過率の低い媒体面中の光透過率の高い部分から光学的信号を得ることができる。また光透過率が減少する色素を用いる場合には、光透過率の高い媒体面中の光透過率の低い部分から光学的信号を得ることができる。

【0031】用いる色素としては、光照射により光学的性質が変化するものであり、かかる照射光を有効に吸収するものであれば特に限定されず、適宜選択決定すればよい。具体的には、シアニン系、フタロシアニン系、ナフタロシアニン系、アゾ系、アントラキノン系、ナフトキノン系、ビリリウム系、アズレニウム系、スクワリリウム系、インドフェノール系、インドアニリン系、トリアリールメタン系等各種公知の色素が使用される。

【0032】色素の含有量は、用いる色素の種類、色素含有層の厚み、光信号検出器の性能等により異なるが、光照射により光透過率、光反射率等が測定可能な程度に変化する量含有させればよく、通常、色素含有層中0.001～30重量%程度である。色素含有層には、本発明の効果を損なわない範囲で、帯電防止剤、劣化防止

剤、架橋剤等の添加剤を含有してもよい。

【0033】色素含有層は、非磁性支持体と磁性層との間、磁性層上、あるいは片面磁性層の場合非磁性支持体上に設けてもよい。また、磁性層中に色素を含有させて磁性層が色素含有層を兼ねる構成としてもよいし、非磁性支持体中に色素を含有させて非磁性支持体が色素含有層を兼ねる構成としてもよい。色素含有層を形成する方法としては、例えば、色素を溶剤に溶解又は分散した色素液を、必要によりバインダー樹脂、分散剤等と混合して塗布液として調製し、非磁性支持体上に、磁性層の形成前に、直接あるいは他の層を介して塗布する方法又は磁性層上に直接あるいは他の層を介して塗布する方法が挙げられる。塗布方法としては、エアードクターコーティング、ブレードコーティング、リバースロールコーティング、グラビアコーティング等、通常適用される各種の塗布方法が採用される。また蒸着、転写等の方法によつても可能である。塗布液を調整するために用いられる樹脂や溶剤等は後述するように従来公知のものを単独又は混合して使用することができる。

【0034】非磁性支持体と磁性層との間に色素含有層を形成する場合は、例えば、非磁性支持体の接着性向上等のために行われる表面改質処理時に色素を同時に混合して塗布する方法が挙げられる。通常、非磁性支持体としては、ポリエチレンテレフタレートやポリエチレンナフタレート等のポリエステルが、その優れた機械的特性、耐熱性、電気的特性及び耐薬品性等により用いられているが、このポリエステルフィルムは高度に結晶配向されているため磁性層との接着性に乏しい。このため、非磁性支持体と磁性層との接着性を改善するためアルカリ、アミン水溶液、トリクロロ酢酸、フェノール類等の表面改質剤による処理が施されることがあるが、この際に色素を表面改質剤に混合して塗布する方法である。

【0035】また、非磁性支持体と磁性層との接着性の改善のために各種の易接着性の樹脂を用いて易接着性層を設けることがあるが、この易接着性層中に色素を含有する方法が挙げられる。例えば、アクリル系樹脂、ポリウレタン系樹脂、ポリエステル系樹脂等の公知の接着性樹脂に色素を配合したものを、通常、塗布液として調製し、非磁性支持体の磁性層側表面に塗布する。易接着性層の厚さは、乾燥膜厚で通常0.005~5μmである。

【0036】他に、磁性層の導電性改善のために磁性層と非磁性支持体との間に導電性材料及びバインダー樹脂を含有する中間層を設けることがあるが、この中間層中に色素を含有する方法も挙げられる。導電性材料としては導電性の金属粉末又は金属化合物等が挙げられ、特に限定されないが、例えば、AgやPt等の金属の粉末や酸化錫、酸化亜鉛、チタン酸カリウム等の金属化合物の粉末が使用される。また、これらの粉末の平均粒子径は0.005~0.6μmが好ましい。この色素を含有す

る導電性中間層を設けた磁気記録媒体は磁性層表面の電気抵抗が低く、また磁性層中のカーボンブラック量を削減できるので光透過性に優れるので光サーボ信号の書き込み、再生に好適である。中間層の厚さは、乾燥膜厚で通常0.005~5μmである。

【0037】磁性層上に色素含有層を形成する場合は、例えば、非磁性支持体上に磁性層を塗布した後、直接又は他の層を介して色素含有液を表面に塗布、乾燥することによって行うことができる。また、この色素含有コーティング層は、磁性層の潤滑あるいは保護被覆等のための他のコーティング層と兼用又は併用することができる。

【0038】例えば、フッ素化合物コーティングと兼用する場合には、テトラフルオロエチレンテロマー、エチレン-テトラフルオロエチレンコポリマー、ヘキサフルオロプロピレンポリマー等のフッ素化炭化水素ポリマーの懸濁液に色素を添加した液を磁性層上に塗布する。このような他のコーティング層が色素層を兼ねる構成は経済的観点から好ましく推奨される。

【0039】色素含有コーティング層を形成する方法としては、エアードクターコーティング、ブレードコーティング、リバースロールコーティング、グラビアコーティング等、通常適用される各種の塗布方法が採用される。磁性層中に色素を含有させる場合は、例えば、磁性体、バインダー樹脂等を含む磁性塗料を調製する際に色素を添加し、混練、分散すればよい。

【0040】非磁性支持体中に色素を含有させる場合は、通常、非磁性支持体として用いるポリエステル等の樹脂フィルム製造時に原料樹脂に色素を混練する、あるいは原料樹脂製造時に添加する等、従来公知の配合方法を適用することができる。本発明の磁気記録媒体における色素以外の要素としては従来公知のものを使用することができる。

【0041】磁性層に使用される磁性体としては、例えば、Fe、Ni、Co、Fe-Co合金、Fe-Ni合金、Fe-Co-Ni合金、Fe-Ni-Zn合金、Fe-Co-Ni-Cr合金、Co-Ni合金等のFe、Ni、Co等の強磁性金属あるいはこれらを主成分とする磁性合金の粉末、γ-Fe₂O₃、Fe₃O₄、Co含有γ-Fe₂O₃、Co含有Fe₃O₄等の酸化鉄磁性粉、CrO₂、バリウムフェライト、ストロンチウムフェライト等の金属酸化物系磁性粉等の各種の強磁性粉末が挙げられる。

【0042】磁性体の使用量は、強磁性粉末の量として、磁性層中の含有量が5.0~9.0重量%、特に5.5~8.5重量%となるようにするのが好ましい。磁性層に使用されるバインダー樹脂としては、支持体との密着性や耐摩耗性に優れるものが適宜使用される。例えば、ポリウレタン樹脂、ポリエステル樹脂、セルロースアセテートブチレート、セルロースジアセテート、ニトロセルロ

ース等のセルロース誘導体、塩化ビニル-酢酸ビニル系共重合体、塩化ビニル-塩化ビニリデン系共重合体、塩化ビニル-アクリル系共重合体等の塩化ビニル系樹脂、スチレン-ブタジエン共重合体等の各種合成ゴム、エポキシ樹脂、フェノキシ樹脂等が挙げられ、これらを単独で又は2種以上を混合して使用することができる。

【0043】バインダー樹脂は、磁性層中の含有量が2～50重量%、特に5～35重量%となるように使用するのが好ましい。磁性塗料中に更に、イソシアネート基を複数個有する低分子ポリイソシアネート化合物を含有させることにより、磁性層内に三次元網目構造を形成させ、その機械的強度を向上させることができる。そのような低分子ポリイソシアネート化合物としては、例えば、トリレンジイソシアネートのトリメチロールプロパンアダクト体等が挙げられる。このような低分子ポリイソシアネート化合物は、バインダー樹脂に対して5～100重量%の割合で使用するのが好ましい。

【0044】また、磁性層を形成するための磁性塗料には、更に必要に応じて潤滑剤、研磨剤、帯電防止剤、分散剤等の各種添加剤を使用することができる。ここで、潤滑剤としては、脂肪族系、フッ素系、シリコーン系又は炭化水素系等の各種の潤滑剤が使用できる。脂肪族系潤滑剤としては、例えば、脂肪酸、脂肪酸金属塩、脂肪酸エステル、脂肪酸アミド、脂肪族アルコール等が挙げられる。脂肪酸としては、例えば、オレイン酸、ラウリン酸、ミリスチン酸、パルミチン酸、ステアリン酸、ベヘン酸等が挙げられる。脂肪酸金属塩としては、例えば、これらの脂肪酸のマグネシウム塩、アルミニウム塩、ナトリウム塩、カルシウム塩等が挙げられる。脂肪酸エステルとしては、例えば、前記脂肪酸のブチルエステル、オクチルエステルあるいはグリセリド等、脂肪酸アミドとしては、例えば、上記酸のアミドのほか、リノール酸アミド、カプロン酸アミド等が挙げられる。脂肪族アルコールとしては、例えば、ラウリルアルコール、ミリスチルアルコール、パルミチルアルコール、ステアリルアルコール、オレイルアルコール等が挙げられる。フッ素系潤滑剤としては、例えば、パーグルオロアルキルポリエーテル、パーグルオロアルキルカルボン酸等が挙げられる。シリコーン系潤滑剤としては、例えば、シリコーンオイル、変性シリコーンオイル等が挙げられる。また、二硫化モリブデン、二硫化タンゲステン等の固体滑剤や磷酸エステル等も使用できる。炭化水素系潤滑剤としては、例えば、パラフィン、スクアラン、ワックス等が挙げられる。潤滑剤の使用量は、磁性層中の含有量が通常0.1～20重量%、好ましくは1～10重量%の範囲とする。なお、磁性層を2層に積層形成する場合、上層と下層とで、潤滑剤の含有量を変えて良い。

【0045】研磨剤としては、例えば、アルミナ、溶融アルミナ、コランダム、炭化珪素、酸化クロム、窒化珪

素等が挙げられ、これらのうちでも比較的硬度の高いものが好適に使用される。また、数平均粒子径は、好ましくは2μm以下である。研磨剤の使用量は、磁性層中の含有量が1～20重量%の範囲とするのが好ましい。帯電防止剤としては、カーボンブラック、グラファイト及びサポニン等の天然界面活性剤、アルキレンオキサイド系、グリセリン系等のノニオン界面活性剤、高級アルキルアミン系、第4級アンモニウム塩系、ピリジンその他の複素環系等のカチオン界面活性剤、カルボン酸基、スルホン酸基、磷酸基、硫酸エステル基、磷酸エステル基等の酸性基を含むアニオン界面活性剤、アミノ酸系、アミノスルホン酸系、アミノアルコールの硫酸又は磷酸エステル系等の両性界面活性剤等が使用される。尚、これらの界面活性剤は、単独もしくは混合して用い得る。帯電防止剤の使用量は、通常、磁性層中の含有量が1～15重量%の範囲とする。これらは帯電防止剤として用いられるものであるが、時としてその目的が、例えば、分散性、潤滑性の改良として使われる場合もある。

【0046】分散剤としては、カプリン酸、ラウリン酸、ミリスチン酸、オレイン酸、リノール酸等の炭素数12～18の脂肪酸、この脂肪酸のアルカリ金属又はアルカリ土類金属塩からなる金属石鹼、レシチン等が使用される。分散剤の使用量は、通常磁性層中の含有量が0～20重量%の範囲とする。磁性塗料の混練、分散、塗布の際に使用する溶剤としては、例えば、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン、シクロヘキサン等のケトン類、メタノール、エタノール、プロパノール、イソプロピルアルコール等のアルコール類、酢酸メチル、酢酸エチル、酢酸ブチル等のエステル類、ジエチルエーテル、テトラヒドロフラン等のエーテル類、ベンゼン、トルエン、キシレン等の芳香族系炭化水素類、ヘキサン等の脂肪族炭化水素類等が挙げられる。

【0047】混練、分散の方法、各成分の添加順序等は、通常、磁性塗料の混練、分散に適用される従来公知の方法が用いられる。非磁性支持体としては、ポリエレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート等のポリエステル類、ポリプロピレン、ポリエチレン等のポリオレフィン類、セルロースアセテート等のセルロース誘導体、ポリカーボネート、ポリアミド、ポリイミド等の種々のプラスチック等が使用できる。

【0048】非磁性支持体上に、直接あるいは他の層を介して磁性塗料を塗布する方法としては、エアードクターコーティング、ブレードコーティング、リバースローラーコーティング、グラビアコーティング等、通常適用される各種の方法が採用される。磁性塗料を複数層塗布する場合には、下層塗布液と上層塗布液を湿潤状態で同時に塗布してもよいし、各層を逐次塗布しても良い。

【0049】磁性層の厚みは、乾燥後の厚さで通常0.1～10μm、好ましくは0.3～2μmである。更に、潤滑性付与のためにトップコート層あるいは帯電防

止のためのバックコート層等を設けることができる。更に、必要に応じて配向処理、ランダム処理あるいは平滑化処理等を行っても良い。

【0050】上述したような磁気記録媒体にサーボ信号を記録する方法としては、例えば、磁気記録媒体の表面の特定位置にレーザ光照射を行う、あるいは、記録すべき信号に対応して遮光部と透光部を有するマスクを介して光線（例えば、ストロボ光、紫外線等）を照射する等の方法が採用できる。光を照射した部分は、磁気記録媒体中に予め含有させた色素の化学変化等によって、光反射率や光透過率等の光学的性質が変化し、その部分が記録状態となる。

【0051】図6は、サーボ信号を記録するのに好適な方法の一例を示す模式図である。図6中、30はレーザー発振器であり、図示しない電源装置により励起されてレーザービーム45を出射する。32はAOM（音響光学変調器）であり、光路に置かれた結晶中に超音波を与えてできる結晶中の疎密波によりレーザービームを回折、偏向する機能を持つ。AOM32は、供給する超音波の波長により回折角度が、強度により回折する量が、それぞれ変化する。この装置では発振器33に与える信号により発振強度を変化させ、回折量を制御するように構成する。AOM32を通過したレーザービームはリニアモータ34の移動台に設置された鏡35によって方向を変じた後、前記移動台に設置された対物レンズ36により集光されて磁気記録媒体37に照射される。磁気記録媒体37はスピンドルモータ38により回転され、回転角は制御装置39に伝達される。制御装置39は、リニアモータ34に信号を送って集光部を所定の半径位置に設定した後、スピンドルモータの回転角に応じ、予め設定されたパターンに基づいて発振器33にレーザービームの強度信号を送出する。磁気記録媒体のレーザー光線が集光された部分は加熱され、色素含有層中の色素の化学変化等によって、光反射率や光透過率等の光学的性質が変化し、サーボトラックが形成される。この工程を必要なトラック数だけ繰り返すことにより、磁気記録媒体に光学的信号が記録される。

【0052】図7は、サーボ信号を記録するのに好適な方法の他の一例を示す模式図である。40は紫外線光*

*源、41はマスクである。マスク41は書き込み信号に対応したパターンを予めフォトエッチング等の手段で形成したものである。42は磁気記録媒体であり、紫外線照射により光学的性質を変じる色素含有層が設けてある。これは、前述のように媒体の特定の層に色素を含有させることによって達成される。磁気記録媒体42は、マスク41を重ねた状態で搬送手段43により所定の速度で紫外線照射部44を通過する。その結果、マスク41の光透過部分の形状に応じて媒体の光学的性質、例えば、光反射率や光透過率が変化し、光学的に読み取りが可能な信号が記録される。

【0053】さらに、色素含有層にはサーボ信号以外の光学的読み取りが行われる付加的信号を記録してもよい。付加的信号は、サーボ信号とは異なる周波数を有するものであればよく、その数は周波数分離手段の許す限り増やすことができる。また、付加的信号はサーボ信号と同一のサーボトラック上に合成信号として記録してもよいし、空間的に異なる近接した位置に記録してもよい。

【0054】付加的信号は、媒体そのものを特定する情報、セクター番号等の媒体の回転方向の位置を特定する情報、トラック番号等の媒体の半径方向の位置を特定する情報等の記録に用いることができる。

【0055】

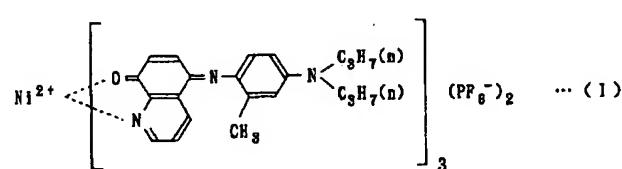
【実施例】次に本発明の具体的な態様を実施例によりさらに詳細に説明するが、本発明は、その要旨を越えない限り、以下の実施例によって制限されるものではない。

実施例1

バリウムフェライト粉末74重量部、ポリウレタン樹脂10重量部、磷酸エスチル2重量部、酸化アルミニウム7重量部、カーボンブラック1重量部、ブチルステアレート5重量部、下記構造式(I)で示される含Nインドアニリン色素1重量部をテトラヒドロフラン中で混合し、厚さ75μmのポリエチレンテレフタレートフィルム上に約0.5μmの厚さに塗布して磁気記録媒体を製造した。

【0056】

【化1】



【0057】構造式(I)で示される含Nインドアニリン色素は、780nm付近に吸光度のピークを持ち、且つ200~400°Cに加熱することにより分解し、前記ピークは無視しうる程度に減少する。上記のようにして製造した磁気記録媒体の吸光度曲線を図8に実線で示

す。図中、点線で示す曲線は、色素を添加していない磁気記録媒体の吸光度曲線である。色素を含有した磁気記録媒体は、記録検出に用いる半導体レーザーの波長である780nm付近に吸光度のピークを持つ。局部的な光照射（例えば、高出力の半導体レーザーの照射）によ

り、局部的に色素を分解、脱色すると、その部分の吸光度は色素を含まない磁気記録媒体の吸光度とほぼ同等になる。この差は極めて大きく、図8に示すように、780 nmにおける透過率は、色素含有時は2%であるのに對して、色素を含まない場合は17%と大きく変化するため、記録された信号は、低出力の半導体レーザーを用いて容易に読み取ることができる。

【0058】光照射による光学的信号の書き込みパターンの一例を図9及び図10に示す。実際のシステムにあっては、記録信号のピッチは5 μmないし10 μm程度であるが、本図では理解を容易にするため、ピッチを拡大して示している。各トラック（図9中、iで示す。）に対して、短い記録波長 λ_a を持つ光学記録部 a_i と、長い記録波長 λ_b （ $\lambda_b = 2\lambda_a$ とする）を持つ光学記録部 b_i が設けられ、光学記録bは各トラックで同じ位相を、光学記録aはトラック毎に $\lambda_a/4$ づつ異なる位相を持っている。

【0059】図9中、斜線で示す部分の光透過を、磁気ヘッドと一体に設けられた、光検出器により測定する。ディスクの回転により、検出器から交流信号が出力されるが、二種類の波長の光学記録が設けられているため、出力信号には二種類の周波数の信号が含まれる。光学記録aによって発生する高周波成分は、検出器がトラックを横切って移動することにより位相が変化するのに対し、光学記録bによって発生する低周波成分の位相は一定である。そこで、各周波数成分をバンドパスフィルターにより分離し、二つの周波数成分の位相差を計測することにより、ヘッド位置が求まり、この位相差が所定の値となるようにヘッド位置を制御することにより、正確なトラッキングを行なうことができる。上記の磁気記録媒体に対して高出力の半導体レーザーを局部的に照射することにより図9及び図10にパターンを示す光学的信号を記録した。光学的信号の読み取りは低出力の半導体レーザーを用いて行った。

【0060】実施例2

厚さ75 μmのポリエチレンテレフタレートフィルム上に、前記構造式（I）で示される含N i インドアニリン色素溶液を塗布して色素含有中間層を乾燥厚約0.2 μmの厚さに形成した。次いでバリウムフェライト粉末74重量部、ポリウレタン樹脂10重量部、磷酸エステル2重量部、酸化アルミニウム7重量部、カーボンブラック1重量部、ブチルステアレート5重量部をテトラヒドロフラン中で混合した磁性塗料を乾燥厚約0.5 μmの厚さに塗布して磁気記録媒体を製造した。

【0061】上記のようにして製造した磁気記録媒体の吸光度を測定したところ、図8と同様の吸光度曲線を示した。上記の磁気記録媒体に対して高出力の半導体レーザーを局部的に照射することにより図9及び図10にパターンを示す光学的信号を記録した。光学的信号の読み取りは低出力の半導体レーザーを用いて行った。

【0062】実施例3

厚さ75 μmのポリエチレンテレフタレートフィルム上に、アクリルウレタン系接着性樹脂に前記構造式（I）で示される含N i インドアニリン色素を配合した易接着性層を乾燥厚約0.2 μmの厚さに形成した。次いでバリウムフェライト粉末74重量部、ポリウレタン樹脂10重量部、磷酸エステル2重量部、酸化アルミニウム7重量部、カーボンブラック1重量部、ブチルステアレート5重量部をテトラヒドロフラン中で混合した磁性塗料を乾燥厚約0.5 μmの厚さに塗布して磁気記録媒体を製造した。

【0063】上記のようにして製造した磁気記録媒体の吸光度を測定したところ、図8と同様の吸光度曲線を示した。上記の磁気記録媒体に対して高出力の半導体レーザーを局部的に照射することにより図9及び図10にパターンを示す光学的信号を記録した。光学的信号の読み取りは低出力の半導体レーザーを用いて行った。

【0064】実施例4

バリウムフェライト粉末74重量部、ポリウレタン樹脂10重量部、磷酸エステル2重量部、酸化アルミニウム7重量部、カーボンブラック1重量部、ブチルステアレート5重量部をテトラヒドロフラン中で混合し、これを厚さ75 μmのポリエチレンテレフタレートフィルム上に乾燥厚約0.5 μmの厚さに塗布して磁気記録媒体を製造した。この上に前記構造式（I）で示される含N i インドアニリン色素及びテトラフルオロエチレンテロマーをトリクロロトリフルオロエタン溶媒中に懸濁した液を乾燥厚約0.2 μmに塗布して色素含有コーティング層を有する磁気記録媒体を製造した。

【0065】上記のようにして製造した磁気記録媒体の吸光度を測定したところ、図8と同様の吸光度曲線を示した。上記の磁気記録媒体に対してマスクを介して紫外線照射を行うことにより図9及び図10にパターンを示す光学的信号を記録した。光学的信号の読み取りは低出力の半導体レーザーを用いて行った。

【0066】実施例5

前記構造式（I）で示される含N i インドアニリン色素を5重量%含有する厚さ75 μmのポリエチレンテレフタレートフィルム上に、バリウムフェライト粉末74重量部、ポリウレタン樹脂10重量部、磷酸エステル2重量部、酸化アルミニウム7重量部、カーボンブラック1重量部、ブチルステアレート5重量部をテトラヒドロフラン中で混合したものを、乾燥厚約0.5 μmの厚さに塗布して磁気記録媒体を製造した。

【0067】上記のようにして製造した磁気記録媒体の吸光度を測定したところ、図8と同様の吸光度曲線を示した。上記の磁気記録媒体に対して高出力の半導体レーザーを局部的に照射することにより図9及び図10にパターンを示す光学的信号を記録した。光学的信号の読み取りは低出力の半導体レーザーを用いて行った。

【0068】

【発明の効果】本発明の磁気記録媒体は、光学的信号書き込みに適した色素含有層に特定のサーボ信号を記録するため、従来の信号書き込みに比べて少ない光量で書き込みが可能であり、安価な書き込み装置を用いることができる。また、書き込みにともなう材料の除去がなくダスト等が発生しないため、書き込み後のクリーニング工程は不要である。更に、光学的信号書き込みは磁気記録材料に影響を与えることがなく、光学的信号書き込みを行っている部分も磁気記録に用いることができる。また、色素の光照射による光学的性質の変化が大きく、高い感度で信号を検出することができる。

【0069】さらに、本発明の磁気記録媒体は、単一の検出器でヘッド位置を計測することができる、小型化、製造費用の低減を行うことが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の磁気記録媒体のサーボ信号パターンを検出器によって読み取る様子の第一の例を示す模式図である。

【図2】本発明の磁気記録媒体のサーボ信号パターンを検出器によって読み取る様子の第二の例を示す模式図である。

【図3】本発明の磁気記録媒体のサーボ信号パターンを検出器によって読み取る様子の第三の例を示す模式図である。

【図4】異なる2つの周波数成分を有する信号がトラック上に記録されている状態を示す概念図である。

【図5】本発明の磁気記録媒体のサーボ信号パターンを検出器によって読み取る様子の第四の例を示す模式図である。

【図6】本発明の磁気記録媒体のサーボ信号パターンを書き込む装置の第一の例を示す模式図である。

【図7】本発明の磁気記録媒体のサーボ信号パターンを書き込む装置の第二の例を示す模式図である。

【図8】実施例1で製造した磁気記録媒体の吸光度曲線を示す図である。

【図9】光照射による磁気記録媒体への光学的信号の書き込みパターンの一例を示す詳細模式図である。

【図10】光照射による磁気記録媒体への光学的信号の書き込みパターンの一例を示す模式図である。

【図11】フロッピーディスクの斜視図である。

【図12】図11の4の部分を拡大したディスク表面の模式図である。

【図13】従来技術における磁気記録媒体のサーボ信号パターンを検出器によって読み取る様子を示す模式図である。

【図14】従来の光学式トラックサーボ機構のサーボ信号読み取り系を示す断面図である。

【図15】従来の光学式トラックサーボ機構の検出回路のブロック図である。

【符号の説明】

0、1、2、3 トラック

4 磁気記録媒体

5 ピット

6 ヘッド

8 発光素子

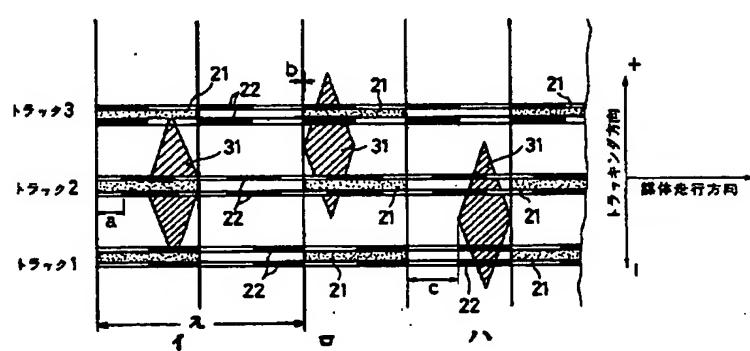
10 受光素子

21 波長が長い信号

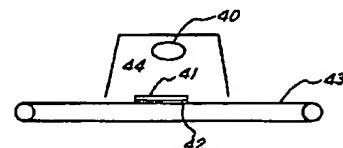
22 波長が短い信号

30 31 検出領域

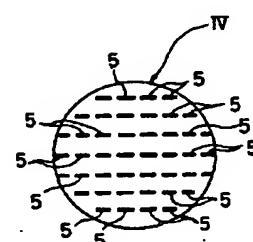
【図1】



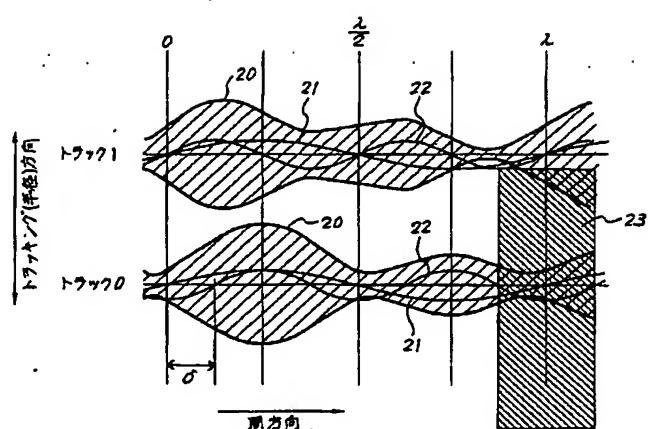
【図7】



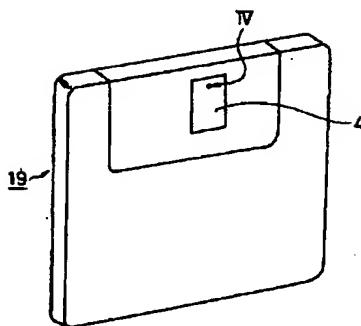
【図12】



【図2】

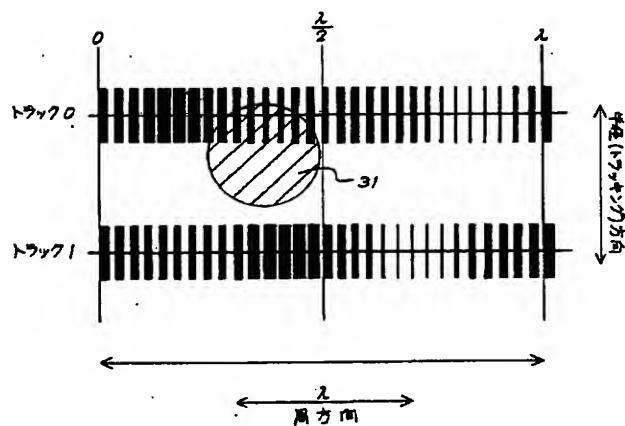
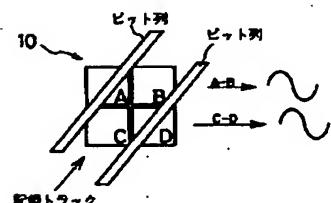


【図11】

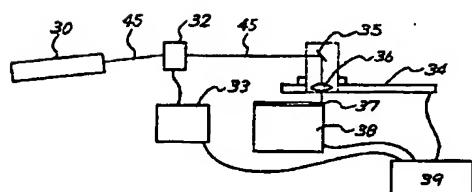


【図13】

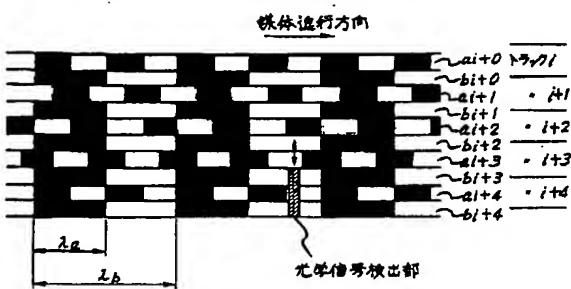
【図3】



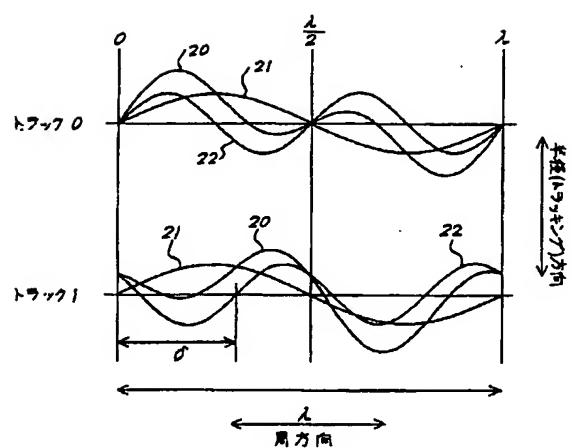
【図6】



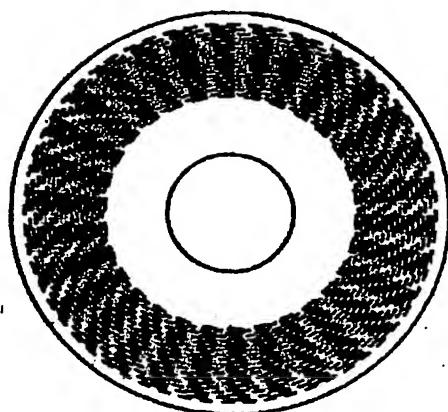
【図9】



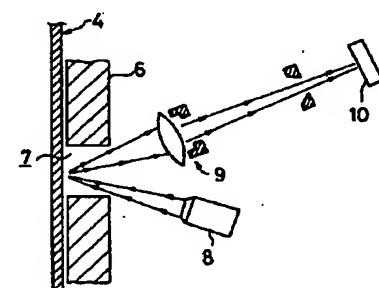
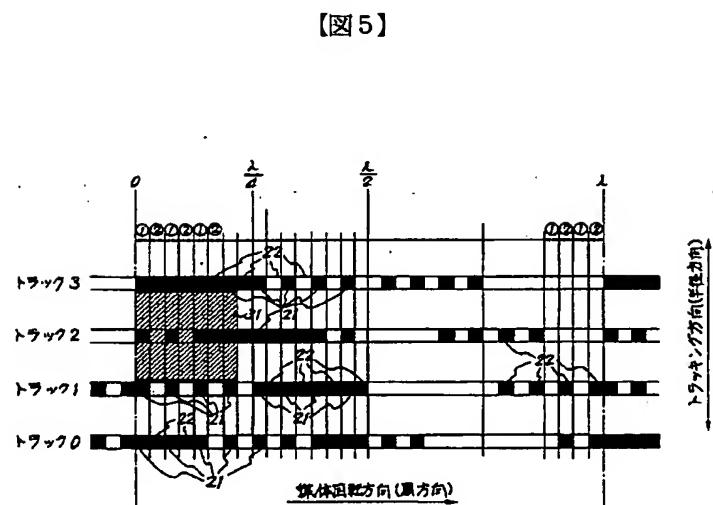
【図4】



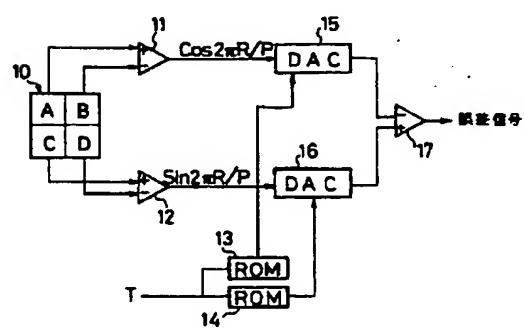
【図10】



【図14】



【図15】



【図8】

